

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-088091

(43)Date of publication of application : 09.04.1993

(51)Int.Cl.

G02B 21/00

(21)Application number : 03-251033

(71)Applicant : SHIMADZU CORP

(22)Date of filing : 30.09.1991

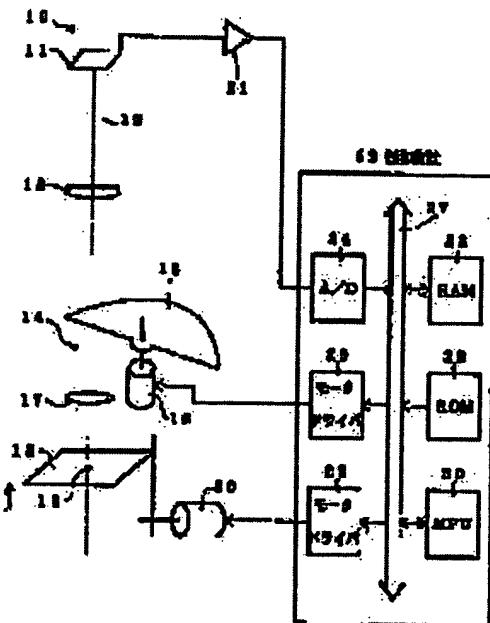
(72)Inventor : YOSHIKAWA OSAMU

## (54) MICROSCOPE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To automatically put the microscope in focus on a sample by putting a transparent plane plate on and off the optical path of an optical system and detecting a focusing point as a point between the maximum and minimum of the contrast difference of a microscope image, detected by an image sensor during the period from the insertion to the extraction of the transparent plane plate, from the contrast difference.

**CONSTITUTION:** A contrast detecting means which detects the contrast of an image detected by an image sensor 11 is provided. The transparent plane plate 15 which is put on the optical path 12 of the optical system and put off the optical path 12 is provided. A focus position detecting means places the transparent plane plate 15 in an insertion and an extraction state while moving a sample stage 18 and calculates the difference between outputs of the contrast detecting means which are detected by the image sensor in both the states. A specific focus position is detected from the curve of the output difference which varies during the movement of the sample stage 18. Consequently, the focusing is automatically performed to eliminate the need to move the sample stage, thereby making the operation easy.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.05.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.01.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-88091

(43)公開日 平成5年(1993)4月9日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
G 0 2 B 21/00

識別記号 庁内整理番号  
7246-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全6頁)

(21)出願番号 特願平3-251033

(22)出願日 平成3年(1991)9月30日

(71)出願人 000001993

株式会社島津製作所

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

(72)発明者 吉川 治

京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会

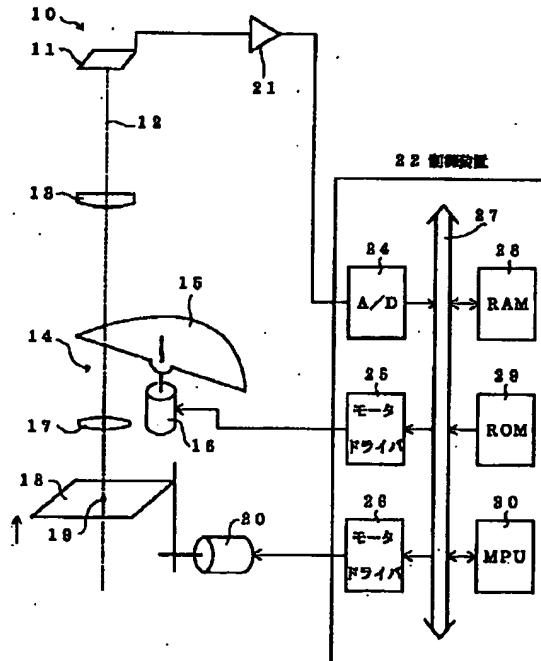
社島津製作所三条工場内

(74)代理人 弁理士 武石 靖彦

(54)【発明の名称】 顕微鏡

(57)【要約】

【目的】 試料に対する焦点合わせを自動的に行なう。  
【構成】 顕微鏡光学系の光路中に透明平板を挿入及び排除し、その間の、画像センサにより検出される顕微鏡像のコントラスト差から、コントラスト差の極大及び極小の間の点として、合焦点を検出する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 試料の測定点が光学系の一端側の所定の焦点位置に来るよう試料を光学系の光軸の方向に移動させる試料ステージを備えた顕微鏡において、

- a) 光学系の他端に配置された画像センサと、
- b) 画像センサにより検出される画像のコントラストを検出するコントラスト検出手段と、
- c) 光学系の光路中へ挿入し、及び、光路から排除することのできる透明な平面板と、
- d) 試料ステージを移動させながら、試料の各位置において平面板の光路中への挿入及び排除を行ない、両状態におけるコントラスト検出手段の出力より、上記所定焦点位置を検出する焦点位置検出手段と、

を備えることを特徴とする顕微鏡。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は赤外顕微鏡を含む光学顕微鏡に関し、特に、試料に焦点を自動的に合わせる機構に関する。

## 【0002】

【従来の技術】鉱物顕微鏡では目視観察用の光学系と写真撮影用の光学系、また、赤外顕微鏡では赤外線光学系と可視光光学系、というように、一つの顕微鏡内で2種以上の光学系が備えられるものがある。このような場合、通常は、試料側の対物光学系（対物レンズ系）は各光学系について共用され、対物レンズの焦点に試料の観測したい点を合わせれば、両光学系において共に焦点が合うように設定されている。従って、例えば試料の顕微鏡像を写真で撮影する場合には、観測者が目視観察用の接眼レンズを覗きながら試料ステージを上下に移動させ、対物レンズの焦点面の位置に試料を持ってくるという操作を行なっていた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、顕微鏡の光学系の焦点深度は非常に浅いため、試料の像是試料が焦点面のごく近くまで来ないと見ることができず、また、その面を過ぎるとすぐに見えなくなってしまう。従って、試料を焦点を合わせるために、試料ステージの移動を少しづつゆっくりと行なわなければならず、観測者の大きな負担となっていた。

【0004】本発明はこのような課題を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、試料に対する焦点合わせを自動的に行なう顕微鏡を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためになされた本発明では、試料の測定点が光学系の一端側の所定の焦点位置に来るよう試料を光学系の光軸の方向に移動させる試料ステージを備えた顕微鏡において、

- a) 光学系の他端に配置された画像センサと、

2

b) 画像センサにより検出される画像のコントラストを検出するコントラスト検出手段と、

c) 光学系の光路中へ挿入し、及び、光路から排除することのできる透明な平面板と、

d) 試料ステージを移動させながら、試料の各位置において平面板の光路中への挿入及び排除を行ない、両状態におけるコントラスト検出手段の出力より、上記所定焦点位置を検出する焦点位置検出手段と、

を備えることを特徴とする。

## 【0006】

【作用】図3に顕微鏡の光学系の基本的構成を示す。対物レンズL1により位置P0にある試料Sの像が位置P1に形成され、その像を接眼レンズL2で見ると、拡大された虚像Iが観察される。ここで、上述のような複数の光学系を備えた顕微鏡では、通常、対物レンズL1による試料Sの像是所定の位置P1に形成する必要がある。従って、試料Sを光軸AX方向に移動させることにより、試料Sを対物レンズL1の前方の所定の位置P0に持ってくる必要がある。

## 【0007】

顕微鏡は一般に倍率が高いため、焦点深度が非常に小さい（浅い）。すなわち、対物レンズL1と試料Sとの間の距離をxとすると、xに対する試料Sの像のコントラストは図4に示すように変化し、合焦点x0（図3の位置P0）の極く近くのみでコントラストが生じ（像が現われ）、そこから少しでも外れると試料Sの像の輪郭さえとらえることができなくなる。

【0008】一方、光路AX中に例えばガラスのような透明の平面板を挿入すると、合焦点x1は、平面板を挿入しない場合の位置x0から僅かに移動する。平面板を挿入した場合と挿入しない場合のコントラストのグラフを図5に示す。なお、図5では説明のためにx軸を図4の場合よりも拡大している。図5には両場合のコントラストの差△c(x)も示したが、△c(x)は距離xが増加すると共に0→極大→0→極小→0と変化し、合焦点x0及びx1は、このカーブ△c(x)の正及び負の極大の箇所に挟まれたコントラスト0の箇所の近傍ということで検出できることがわかる。

## 【0009】

上記の焦点位置検出手段dは、試料ステージを移動させながら（図5ではxの値を変化させながら）、各位置で透明平面板cを挿入及び排除の状態に置き、両状態において画像センサaにより検出されるコントラスト検出手段bの出力の差を計算する。そして、試料ステージを移動する間に変化するこの出力差のカーブから、所定の焦点位置を検出する。例えば、試料ステージを移動させる間にこの差は上記の通り極大から極小に変化するが、それらに挟まれた部分でコントラストが0となる位置を検出し、それに所定の補正值（この値は、透明平面板の厚さと屈折率から予め計算することができる）を加えた点を焦点位置とする。また、極大値から下がり始める点として定めてよい。なお、光路中に挿入

## 40

透明平面板cを挿入及び排除の状態に置き、両状態において画像センサaにより検出されるコントラスト検出手段bの出力の差を計算する。そして、試料ステージを移動する間に変化するこの出力差のカーブから、所定の焦点位置を検出する。例えば、試料ステージを移動させる間にこの差は上記の通り極大から極小に変化するが、それらに挟まれた部分でコントラストが0となる位置を検出し、それに所定の補正值（この値は、透明平面板の厚さと屈折率から予め計算することができる）を加えた点を焦点位置とする。また、極大値から下がり始める点として定めてよい。なお、光路中に挿入

## 50

する平面板としては、望ましくは光の透過率が十分高く、しかも、高屈折率を有するものを使用する。

## 【0010】

【実施例】本発明の一実施例を図1及び図2により説明する。図1は本実施例の顕微鏡の構成を模式的に示したものであり、左側に光学系、右側に制御装置を示している。なお、図1では接眼レンズ13と対物レンズ17は単レンズとして単純化して示しているが、実際には各レンズ13、17は複数のレンズから構成されるレンズ群、或いは、(特に赤外顕微鏡の場合)シュバルツシリド光学系等の凹面反射鏡レンズ等で実現される。また、光路12が途中で曲がっている場合もある。

【0011】本実施例の顕微鏡は、試料19に焦点が合うように、試料ステージ18を自動的に移動させる機能を有する。この機能を実現するために、本実施例の顕微鏡は、上記接眼レンズ13、対物レンズ17の他に、透過チョッパ14、撮像装置10、試料ステージ移動装置及び制御装置22を備える。

【0012】透過チョッパ14は接眼レンズ13と対物レンズ17との間に設けられ、その間の光路12中に透明平面板15を任意に挿入し、及び、排除することができるようになしたものである。本実施例では透明平面板15は半円状の高屈折率ガラスにより構成されており、パルスモータ16で回転されることにより、光路12内に挿入され、また、排除される。パルスモータ16は制御装置22により制御される。

【0013】試料ステージ移動装置はパルスモータ20により構成され、制御装置22からの指令に従って試料ステージ18を光路12方向に上下に移動させる。

【0014】撮像装置10は接眼レンズ13の上部に配置され、目視の場合の網膜の位置と等価な位置にCCD等の撮像素子11が来るよう、顕微鏡の鏡筒に固定される。撮像素子11からの出力信号はビデオアンプ21により増幅された後、制御装置22に送られる。

【0015】制御装置22はマイコンを使用した装置であり、主処理装置(MPU)30、ROM29、RAM28、バスライン27、及び、フラッシュA/Dコンバータ24、パルスモータドライバ25、26等のインターフェイス等で構成される。MPU30はROM29に予め格納された、或いは、図示せぬ外部記憶装置からRAM28にロードされるプログラムに従い、上記の自動焦点合わせ処理を行なう。この処理を図2のフローチャートにより説明する。

【0016】まず、試料ステージ18を最も下の位置に置く(ステップS1)。以後、MPU30はパルスモータドライバ26を介して試料ステージ移動装置(パルスモータ20)を制御することにより試料ステージ18を徐々に上げてゆくが、対物レンズ17に最も近づいた位置では、試料ステージ18は図示せぬ安全装置により強制的に停止されるようになっている。なお、逆に、最初

に対物レンズ17に最も近い位置に置き、そこから下げてゆくようにしてもよい。

【0017】このように試料ステージ18を徐々に移動させてゆく間、以下のような処理が行われる。まず、MPU30はパルスモータドライバ25を介して透過チョッパ14のパルスモータ16に信号を送り、透明平面板15を光路12の外に排除する。そして、この状態で撮像素子11からの信号をフラッシュA/Dコンバータ24、バスライン27を介して受け取る。

【0018】そして、このように受け取った1枚の画像データから、現在の試料ステージ18の位置xにおける、透明平面板15が排除された状態でのコントラスト $c_o(x)$ を算出する(ステップS2)。ここで、コントラスト $c_o(x)$ としては、例えば、撮像素子11を構成する全画素(フォトセンサ)のデータ中の最高値(最も輝度が高い値)から最低値(最も輝度が低い値)を引いた値として定義することができる。なお、コントラスト $c_o(x)$ はその他にも種々の定義によるもの用いることができる。

【0019】次に、透過チョッパ14のパルスモータ16に信号を送り、透明平面板15を光路12内に挿入して、上記と同様に、その試料ステージの位置xにおける、透明平面板15が挿入された状態でのコントラスト $c_i(x)$ を算出する(ステップS3)。これらのコントラストの値 $c_o(x)$ 、 $c_i(x)$ は共にRAM28に記憶される。

【0020】そして、位置xにおける両状態のコントラスト値 $c_o(x)$ 、 $c_i(x)$ の差 $\Delta c(x) = c_o(x) - c_i(x)$ を計算し、RAM28に記憶する(ステップS4)。

【0021】その後、試料ステージ18が所定の最大可動幅分だけ移動したか否かを判断し(ステップS5)、未だ最終点まで至っていないければ、ステップS6で試料ステージ18を所定の微小量(例えば、5 μm)だけ上に移動させ、ステップS2に戻る。以後、試料ステージ18が所定の最終点に至るまでステップS2からS6の処理を繰り返し、その間の各位置xにおけるコントラスト差 $\Delta c(x)$ の値をRAM28に記憶する。

【0022】ステップS6で試料ステージ18が所定の可動幅分だけ移動したと判断されたとき、MPU30はRAM28に格納されたコントラスト差 $\Delta c(x)$ のデータから、図5のグラフの合焦点 $x_0$ に該当する点を求める(ステップS7)。そして、パルスモータドライバ26を介してパルスモータ20を駆動し、試料ステージ18を位置 $x_0$ まで移動させる(ステップS8)。これにより、本顕微鏡の光学系は試料ステージ18上の試料19に焦点が合うようにセットされたことになる。

【0023】なお、撮像装置10として通常のTVカメラを使用する場合には、1秒間に60枚の画像(フィールド)が撮影されるため、パルスモータ16の回転速度

を30Hzとするのが便利である。また、合焦点x0の検出方法は上記のように全ての点xにおけるコントラスト差 $\Delta c(x)$ をRAM28に記憶するのではなく、各点xにおいて前の点(x-1)におけるコントラスト差 $\Delta c(x-1)$ との差 $\Delta\Delta c(x) = \{\Delta c(x) - \Delta c(x-1)\}$ を算出し、その値 $\Delta\Delta c(x)$ が初めて負となる点(或いは、所定数以上負の値が続いたときの最初の点)をx0としてもよい。

#### 【0024】

【発明の効果】本発明に係る顕微鏡では、試料への焦点合わせを自動的に行なうため、鏡筒を覗きながら微妙に試料ステージを移動させるという面倒でかつ操作者を疲労させる操作が不要となり、焦点合わせの操作が著しく容易となる。特に赤外顕微鏡等では、本発明に係る自動焦点合わせ機構を用いることにより、鏡筒を全く覗くことなく、多数の試料の測定を連続して行なうことができるようになるので、操作が非常に楽となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例である顕微鏡の構成を示す\*

#### \* ブロック図。

【図2】 実施例の顕微鏡の制御装置が行なう自動焦点合わせ処理のフローチャート。

【図3】 顕微鏡の光学系の光路図。

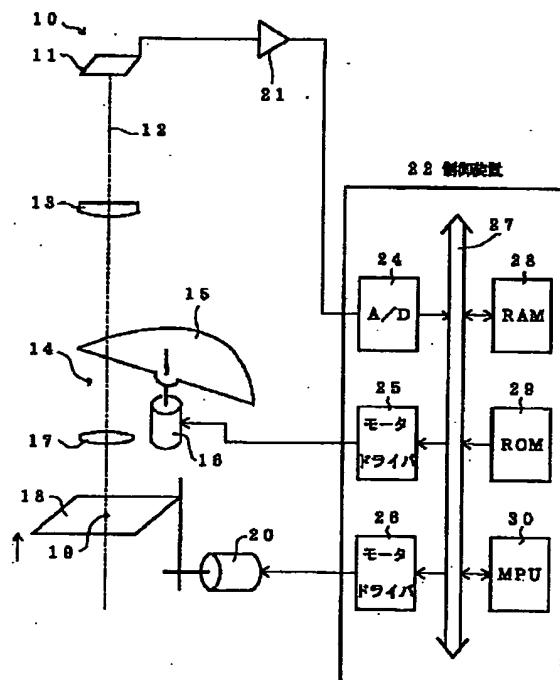
【図4】 顕微鏡における試料の位置とコントラストの関係を示すグラフ。

【図5】 同じく試料の位置とコントラスト及びコントラスト差の関係を示すグラフ。

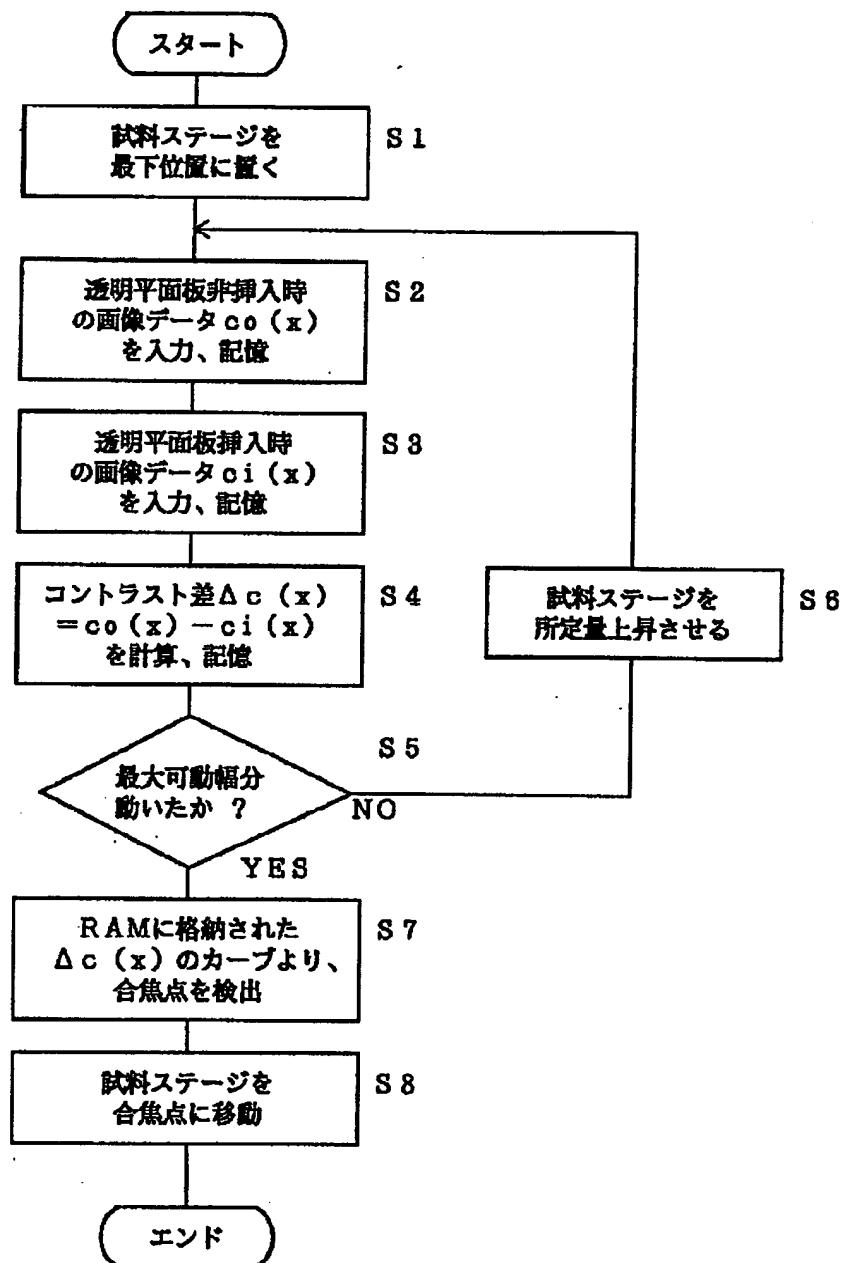
#### 【符号の説明】

10	…撮像装置	11	…撮像素子
12	…光路	13	…接眼レンズ
14	…透過チョッパ板	15	…透明平面
17	…対物レンズ	18	…試料ステージ
19	…試料	21	…ビデオアンプ
22	…制御装置		

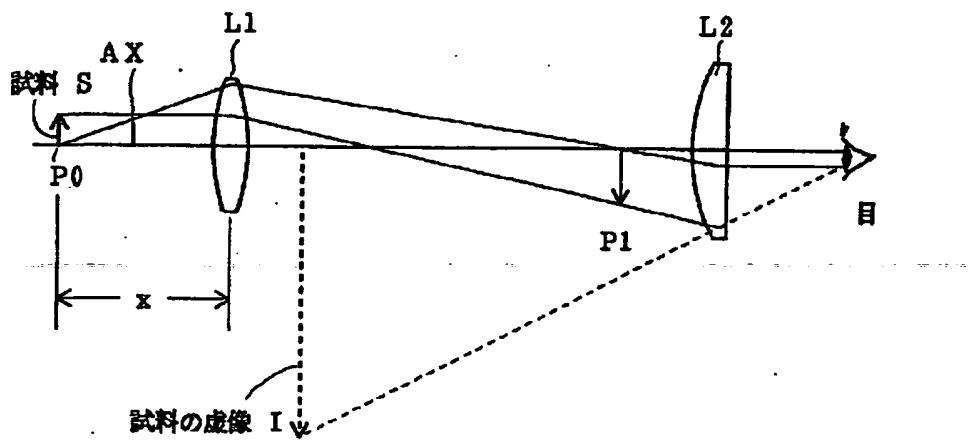
【図1】



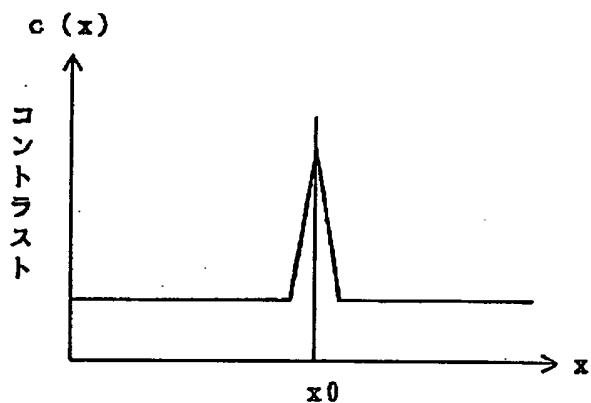
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

